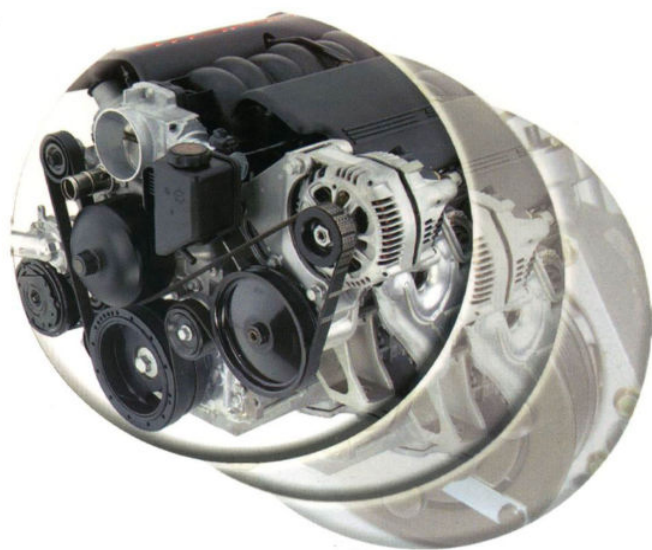




高等职业教育汽车类专业教学改革规划教材

汽车发动机机械系统 构造与检修

◎ 刘春晖 主编



Gaodeng zhiye jiaoyu qichelei zhuanke jiaoxue gaige guihua jiaocai



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



赠电子课件

高等职业教育汽车类专业教学改革规划教材

汽车发动机机械系统 构造与检修

主 编 刘春晖
副主编 弭尚田
参 编 王学军 张书华 刘宝君
张 文 陈 国 苏朝辉



机械工业出版社

本书由一批长期从事职业教育的骨干教师和资深的汽车维修企业骨干技术人员编写而成,采取理实一体化的编写模式,以就业为导向、以培养学生基础能力和职业素养为本位,力求培养和提高学生的实际操作能力和学习能力。

本书全面、系统地介绍了汽车发动机机械系统各组成部分的功用、结构、工作原理及常见维护与检修项目,主要内容包括七个方面,分别是总论、曲柄连杆机构、配气机构、汽油机燃油供给系统、柴油机燃油供给系统、润滑系统、冷却系统。

本书可作为高等职业院校汽车检测与维修专业、汽车运用与维修专业、汽车维修专业的教学用书,也可作为各类汽车维修职业培训教材及汽车维修行业人员的参考用书。

本书配有电子课件,凡使用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教育服务网 www.cmpedu.com 注册后下载。咨询邮箱: cmpgaozhi@sina.com。咨询电话:010-88379375。

图书在版编目(CIP)数据

汽车发动机机械系统构造与检修/刘春晖主编. —北京:机械工业出版社, 2015. 2

高等职业教育汽车类专业教学改革规划教材
ISBN 978-7-111-49199-6

I. ①汽… II. ①刘… III. ①汽车—发动机—机械系统—构造—高等职业教育—教材②汽车—发动机—机械系统—车辆修理—高等职业教育—教材 IV. ①U472. 43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 010108 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:张双国 责任编辑:张双国

版式设计:赵颖喆 责任校对:张晓蓉

封面设计:陈沛 责任印制:李洋

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2015 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 16.75 印张 · 412 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-49199-6

定价:36.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

随着国民经济的飞速发展和人民生活水平的普遍提高，汽车正以前所未有的步伐迈进普通百姓的家庭。特别是我国成功加入 WTO 后，汽车价格大幅度下降，更加刺激了我国私家车的消费。据专家预测，未来几年，我国的汽车拥有量将以每年 20% 的速度递增，随之而来的巨大汽车售后市场——汽车美容、养护、装饰、快修及至大修等，将成为 21 世纪一个庞大的黄金产业，为有志者提供了绝佳的创业良机。

在欧美等发达国家，汽车消费已相当成熟。据专家统计，因汽车消费而产生的利润大致按以下百分比分配：整车销售占 20%，配件销售占 20%，售后服务占 60%。由此可以看出，在整个汽车消费过程中，利润产生比重最大的一块是汽车售后服务，这也就是为什么目前汽车销售商热衷于经营“3S”“4S”店的主要原因。

随着汽车技术的发展和汽车后市场的需要，汽车后市场服务人才供求矛盾激增，人才供求的结构性矛盾突出，使得汽车后市场服务人才的培养尤为重要。为了适应当前汽车后市场服务人才培养的需要，充分体现职业教育特点，本书在编写过程中体现以就业为导向、以培养汽车后市场服务人才为目标，以技术应用能力为主线，注重理论联系实际，注重实用，反映新知识、新技术、新设备和新方法的应用。

本书以培养学生具有扎实专业知识和熟练操作技能为目的，理论方面着重基本知识、基本原理的讲述；检修方面侧重培养学生的基本技能，包括常用工量具、仪器、仪表的使用，各零部件和总成的拆装、检测和维修。

本书由山东华宇工学院刘春晖任主编，德州元盛鑫喜汽车销售服务有限公司弭尚田任副主编，参加本书编写工作的还有王学军、张书华、刘宝君、张文、陈国、苏朝辉。

本书在编写过程中借鉴和参考了大量国内外的汽车技术资料、维修资料和相关书籍，在此向相关的作者及编者深表感谢！

由于编者水平所限，书中难免有错误和不当之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

模块一 总论	1
项目一 汽车的定义和分类	1
项目二 汽车的总体构造	5
项目三 发动机的总体构造及原理	10
项目四 发动机的基本术语和性能指标	14
模块二 曲柄连杆机构	21
项目一 曲柄连杆机构的组成与受力分析	21
项目二 机体组的构造	24
项目三 机体组的检修	35
项目四 活塞连杆组的构造	40
项目五 活塞连杆组的检修	55
项目六 曲轴飞轮组的构造	63
项目七 曲轴飞轮组的检修	72
模块三 配气机构	78
项目一 配气机构的功用和类型	78
项目二 气门组的构造	83
项目三 气门组的检修	90
项目四 气门传动组的构造	97
项目五 气门传动组的检修	115
项目六 气门间隙的检查与调整	119
模块四 汽油机燃油供给系统	123
项目一 可燃混合气及汽油机的燃烧过程	123
项目二 燃油供给系统的部件结构原理	133
项目三 进、排气系统	143
项目四 汽油机燃油供给系统常见故障的	

诊断	153
项目五 汽油机燃油系统检修	157
模块五 柴油机燃油供给系统	165
项目一 柴油机燃油供给系统的组成及类型	165
项目二 柴油机的燃烧过程和燃烧室	170
项目三 喷油泵	173
项目四 调速器	180
项目五 柴油燃油供给系统的辅助装置	186
项目六 柴油机供油正时机构	194
项目七 柴油机燃油供给系统的检修	197
项目八 柴油机燃油供给系统故障诊断与排除	203
模块六 润滑系统	209
项目一 润滑系统的作用及润滑油的分类	209
项目二 润滑系统的组成和油路	214
项目三 润滑系统主要部件的结构	221
项目四 润滑系统的检修	232
模块七 冷却系统	238
项目一 冷却系统的组成与冷却方式	238
项目二 冷却系统的构造	241
项目三 冷却循环控制	253
项目四 冷却系统的检修	260
参考文献	264

模块一 总 论

项目一 汽车的定义和分类

一、任务引入

根据 GB 7258—2012《机动车运行安全技术条件》的规定，机动车是由动力装置驱动或牵引，上道路行驶的供人员乘用或用于运送物品以及进行工程专项作业的轮式车辆，包括汽车及汽车列车、摩托车、拖拉机运输机组、轮式专用机械车和挂车。

汽车是指由动力驱动，具有4个或4个以上车轮的非轨道承载的车辆。汽车主要用于载运人员和（或）货物（物品），牵引载运货物（物品）的车辆或特殊用途的车辆，以及专项作业。

二、任务目标

- 1) 了解汽车的定义。
- 2) 掌握汽车的不同分类方法。
- 3) 掌握车辆识别代号 VIN 的组成和代表含义。

三、相关知识

1. 汽车的基本类型

(1) 按用途分类

根据 GB/T 3730.1—2001，汽车类型按用途可分为乘用车和商用车，如图 1-1 所示。

(2) 按动力装置的类型分类

按动力装置类型，汽车可分为内燃机汽车、电动汽车、喷气式汽车和其他动力装置汽车。

1) 内燃机汽车

①活塞式内燃机汽车。活塞式内燃机可按活塞的运动方式分为往复活塞式和旋转活塞式等类型。

目前汽车几乎都采用往复活塞式内燃机作为动力装置。按照燃料的不同，内燃机汽车分为汽油机汽车、柴油机汽车、混合燃料汽车和代用燃料汽车等。常用代用燃料主要有合成液体石油、液化石油气（LPG）、压缩天然气（CNG）、醇类等。混合燃料汽车主要是在发动机起动阶段使用汽油或柴油，起动后当发动机达到一定转速后，自动切断汽油或柴油的供给，转而使用代用燃料继续车辆的行驶。

②燃气轮机汽车。燃气轮机汽车是一种涡轮式内燃机汽车。与活塞式内燃机相比，燃气轮机功率大、质量小、转矩特性好，对燃油没有严格限制，但耗油量较多、噪声较大、制造成本较高。

2) 电动汽车 电动汽车是指以电动机为驱动机械，并有自身供电能源的车辆（不包括依靠架线供电行驶的车辆）。

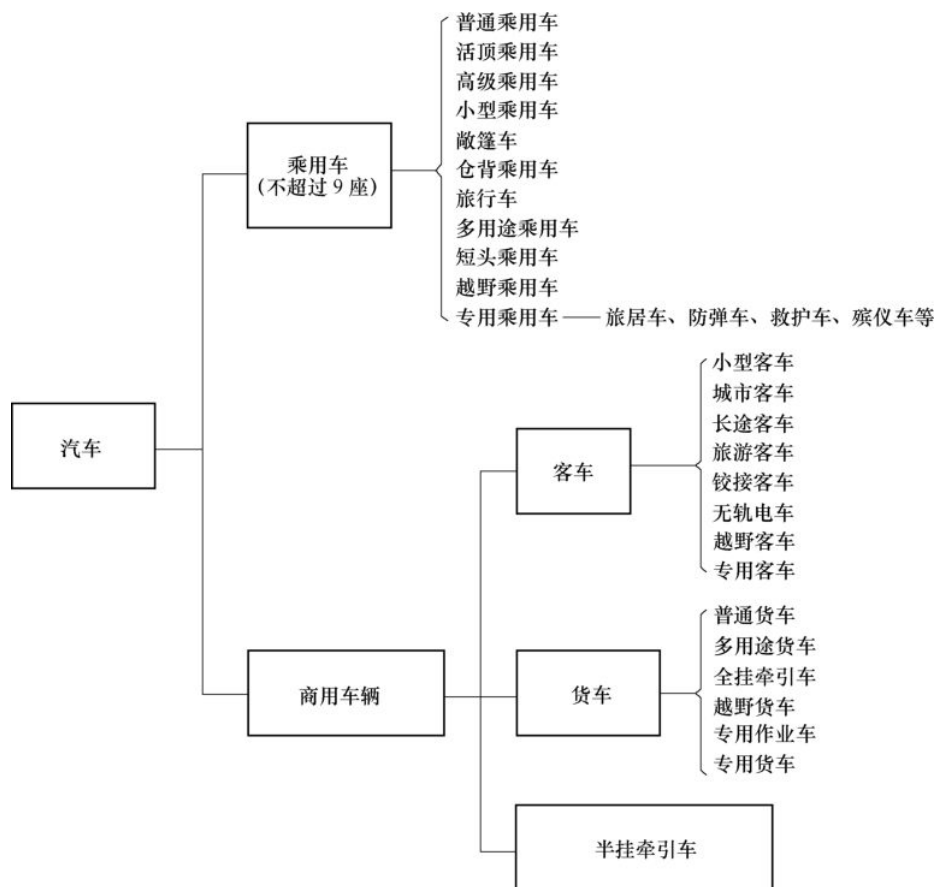


图 1-1 汽车类型的划分

①蓄电池式电动汽车 (ZEV)。蓄电池式电动汽车具有不需石油燃料、零排放、操纵简便、噪声小等优点，但由于传统的铅酸电池具有质量大、比能量低、充电时间长、使用寿命短等缺点，使这种电动汽车在车速和续驶里程等性能方面还无法与轻巧强劲的内燃机汽车相媲美。

②燃料电池式电动汽车 (FCEV)。燃料电池式电动汽车使燃料在转化器中发生反应而释放出氢气，再将氢气输送到燃料电池中与氧气结合而发出电力，驱动电动机工作。

③复合式汽车 (HEV)。复合式汽车又称混合动力汽车，是装备两套动力装置的车辆，通常装有内燃机发电机组以及蓄电池。汽车低负荷时，发电机组除向驱动汽车的电动机供电外，多余的电能存入蓄电池；汽车高负荷时，蓄电池也参与供能。这种车辆的优点是发电机组的内燃机的排量小（小型柴油机工作容积仅 1.0L），而且可调节至恒定的最佳工作状态（效率高达 43%），其油耗和排放仅为同级别内燃机汽车的 1/3，而且克服了蓄电池式电动汽车动力性差、续驶里程短等缺点。

3) 喷气式汽车 喷气式汽车是依靠航空发动机或火箭发动机以及特殊燃料，并以喷气反作用力驱动的轮式汽车。普通汽车和竞赛汽车都不允许采用这种结构形式，这种汽车只能用于创造速度记录。

(3) 按行驶道路条件分类

按行驶道路条件，汽车可分为公路用汽车和非公路用汽车。

公路用汽车是适用于公路和城市道路上行驶的汽车。

非公路用汽车分两类，一类只能在矿山、机场、工地、专用道路等非公路地区使用；另一类是能在无路地面上行驶的高通过性的越野汽车，越野汽车可以是轿车、客车、货车或其他用途的汽车。

(4) 按行驶机构的特征分类

按行驶机构的特征可将汽车分为轮式汽车和其他形式的车辆，如履带式、雪橇式、气垫式、步行机械式车辆等。轮式汽车分为非全轮驱动和全轮驱动两种类型。汽车驱动形式一般用符号“ $n \times m$ ”（车轮总数 \times 驱动轮数）表示。例如，普通轿车及大多数汽车通常用 4×2 非全轮驱动类型，全驱动 4×4 类型包括一些高档轿车和轻型越野车， 6×6 类型为中型越野车， 8×8 类型为重型越野车。

2. 车辆识别代号 (VIN)

车辆识别代号 (Vehicle Identification Numbers, VIN) 也称 17 位编码，是国际上通行的标识机动车辆的代码，是制造厂给每一辆车指定的一组字母，具有在世界范围内对一辆车的唯一识别性。当每一辆新出厂的车被刻上 VIN 后，此代号将伴随着车辆的注册、保险、年检、维修与保养，直至回收或报废而载入每辆车的服役档案。利用 VIN 可方便地查找车辆的制造者、销售者及使用者。

(1) 车辆识别代号的组成

为了与国际标准靠拢，我国颁布了国家标准 GB 16735—2004《道路车辆 车辆识别代号 (VIN)》。此标准为我国汽车生产的强制性标准，在每一辆出厂的汽车上必须标有 VIN。车辆识别代号 (VIN) 由三部分组成，如图 1-2 所示。

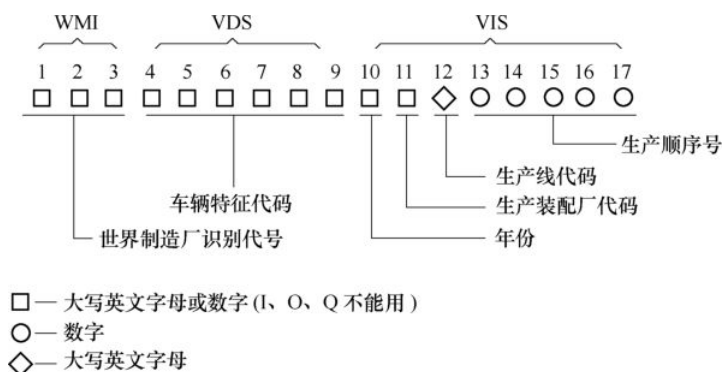


图 1-2 车辆识别代号 (VIN) 的组成

①第一部分为世界制造厂识别代码 (WMI)，它具有世界车辆制造厂的唯一性。WMI 共有 3 位字母，是由制造厂以外的组织预先指定的，用来代表生产国、厂家、车辆类别。如 LFV 为中国一汽大众、LFW 为中国第一汽车集团公司、WDB 为德国奔驰、WBA 为德国宝马、KMH 为韩国现代等。其中，第一位字母代表生产国，为国际汽车厂通用。如 1 为美国、2 为加拿大、3 为墨西哥、J 为日本、L 为中国、Z 为意大利等。ISO 组织授权美国汽车工程师学会 (SAE) 作为其国际代理，负责为世界各国指定地区代码及国别代码，负责 WMI 的保存与核对。我国机械局汽车行业管理处获得授权负责我国境内（包括内地和港、澳、台地区）的车辆识别代号的统一管理，负责 WMI 的分配。

②第二部分为车辆特征代码 (VDS), 由 6 位字码组成。如果制造厂所用字码不足 6 位, 则应在剩余位置填入制造厂选定的字母或数字, 以表现车辆的一般特征。其代码及顺序由制造厂决定。

③第三部分为车辆指示部分 (VIS), 是 VIN 的最后部分, 由 8 位字码组成。一般情况下, VIS 的第 1 位字码指示年份 [也有一部分汽车制造厂的车辆指示部分的第 1 位字码并不指示年份, 如奔驰 (欧款)、宝马 (欧款)、雪铁龙、菲亚特、福特在欧洲及亚洲生产的汽车等], 第 2 位字码指示生产厂址, 后 6 位指示生产序号。

例如, 某辆雷克萨斯 (LEXUS) 轿车的 VIN 为 JT8BD10UBYO015678。其含义如下:

- 第 1 位: 生产国别代码 (J 为日本)。
- 第 2 位: 生产厂家代码 (T 为丰田汽车公司)。
- 第 3 位: 汽车类别代码 (8 为乘用车)。
- 第 4 位: 车身类型代码 (B 为四门乘用车)。
- 第 5 位: 发动机型号代码 (D 为 2JZ-GE 3.0L V6)。
- 第 6 位: 汽车系列类型代码 (1 为 RX300)。
- 第 7 位: 安全防护系统代码 (0 为双前部和侧向安全气囊)。
- 第 8 位: 汽车型号代码 (U 为 RX300)。
- 第 9 位: 检验代码 (制造厂家内部编码)。
- 第 10 位: 生产年份代码 (Y 为 2000)。
- 第 11 位: 总装工厂代码 (O 为日本)。
- 第 12 ~ 17 位: 出厂顺序代码。

随着车型年款的不同和汽车发往国家的不同 (各国政府对 VIN 有不同规定), VIN 规定会有所不同。有的按公司各分部进行规定 (如美国 GM); 有的直接按系列车型或车名进行规定 (如日本雷克萨斯汽车)。在实用中, 一般要由两种 VIN 规定才可验证出一辆车的型号和车型参数。因此, 大量积累这方面的资料具有重要的意义, 随着年款的变化, 今后还会陆续出现各种 VIN 规定。

(2) 车辆识别代号 (VIN) 的标识位置

车辆识别代号 (VIN) 位于易于看到并且能够防止磨损或替换的部位。所选择的部位一般在仪表与前风窗左下角的交界处 (图 1-3)、发动机前横梁的铭牌上 (图 1-4)、左前门边或立柱上、驾驶人左腿前方或前排左座椅下方等处。



图 1-3 仪表与前风窗左下角的交界处的 VIN



图 1-4 发动机前横梁铭牌上的 VIN

项目二 汽车的总体构造

一、任务引入

汽车是由上万个零部件组成的结构复杂的机动交通工具，根据其动力装置、运送对象和使用条件的不同，汽车的总体构造有较大差异，但基本结构都由发动机、底盘、车身和电气设备四大部分组成。图 1-5 所示为典型轿车的总体结构。

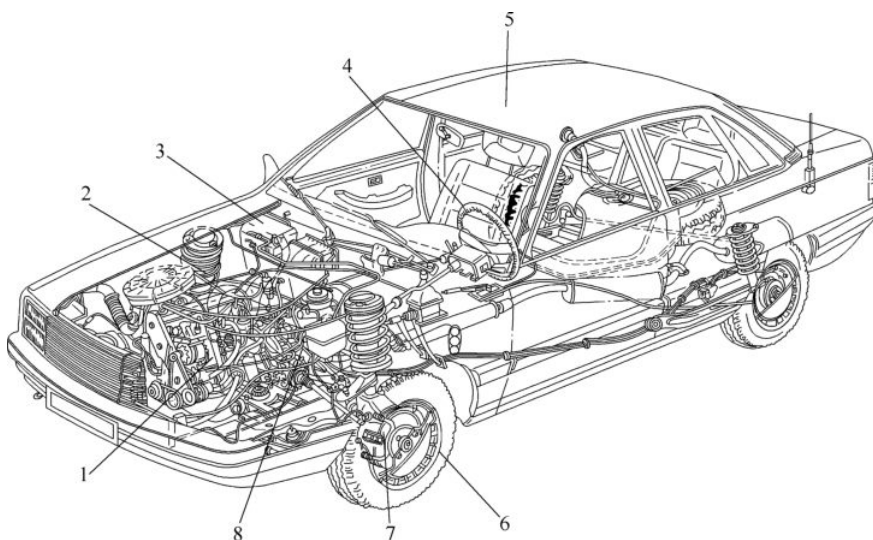


图 1-5 典型轿车的总体结构

1—发动机 2—悬架 3—空调装置 4—转向盘 5—车身 6—转向驱动轮 7—制动器 8—变速器

二、任务目标

- 1) 了解汽车的总体结构。
- 2) 了解汽车的总体布置形式。
- 3) 掌握汽车的各项参数。
- 4) 掌握汽车行驶的基本原理。

三、相关知识

1. 汽车的总体结构

(1) 发动机 发动机是汽车的动力装置。当前汽车发动机广泛采用的是往复式活塞式内燃机，它一般由曲柄连杆机构、配气机构、燃油供给系统、润滑系统、冷却系统、点火系统（汽油发动机采用）和起动系统组成。柴油内燃机则由除点火系统以外的两大机构和四大系统组成。

(2) 底盘 底盘由传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统四大部分组成。作为汽车的基体，发动机、车身、电气设备及各种附属设备都直接或间接地安装在底盘上。

- 1) 传动系统。传动系统用来将发动机的动力传输给各驱动轮。传动系统包括离合器、

变速器、驱动桥、传动轴等部件。

2) 行驶系统。行驶系统由行驶机构和承载机构组成。行驶系统包括车轮、车轴和桥壳、悬架、车架等部件。行驶系统的功用是支承整车质量,传递和承受路面作用于车轮的各种力和力矩,并缓和冲击、吸收振动,以保证汽车在各种条件下正常行驶。

3) 转向系统。转向系统是通过左、右转向车轮不同转向角之间的合理匹配来保证汽车沿着设想的轨迹运动的机构。转向系统由转向操纵机构、转向器和转向传动机构组成,采用动力转向时,还应有转向动力系统。

为了避免汽车撞车时驾驶人受到转向盘的伤害,在转向盘中间安装有安全气囊,还可在转向系统中设置防伤装置。为了缓和来自地面的冲击,衰减转向车轮的摆动和转向机构的振动,有的车型在转向系统中装有转向减振器。多数两轴及三轴汽车仅采用前轮转向。为了提高操作稳定性和机动性,越野汽车和某些现代轿车采用四轮转向。

4) 制动系统。制动系统可使汽车减速或停车,并保证驾驶人离去后汽车可靠地停驻。制动系统包括行车、驻车、应急和辅助制动等制动装置。

(3) 车身 车身用来安置驾驶人、乘客和货物等。轿车和客车车身一般是整体壳体,有承载式车身和非承载式车身之分。具有承载式车身的轿车和客车,不需再安装车架,它本身就起着承受汽车载荷的作用,并能传递和承受路面作用于车轮的各种力和力矩。因此,承载式车身也起着承载机构的作用,也可以归于行驶系统。非承载式车身则只起车身作用,不能承受汽车载荷,因此它必须支承在车架上。中级和中级以下轿车多采用承载式车身,非承载式车身常用于中、高级轿车和一部分客车。货车车身由驾驶室和货厢(或封闭室货厢)两部分组成。

车身应具有隔声、隔振和保温等功能,制造工艺性和密封性要好,应能为乘员提供安全而舒适的乘坐环境。其外形应能保证汽车在高速行驶时空气阻力小,且造型美观,并能反映当代车身造型的发展趋势。车身内有内饰、座椅、仪表板等,外部装有各种灯具、后视镜及其他附件,车门上装有门把和门锁等。

(4) 电气设备 汽车电气设备由电器设备和电子设备两部分组成。汽车电器设备由电源(蓄电池、发电机)、汽油机点火设备、发动机起动电动机、照明与信号设备、仪表、空调、刮水器、收录机、门窗玻璃电动升降设备等组成。汽车电子设备由电控燃油喷射及电控点火、进气、排气、怠速、增压等装置,变速器的电控自动换档装置,制动器的制动防抱死装置(ABS),电子稳定程序(ESP),安全气囊(SRS),巡航系统(CCS),车门锁的遥控及自动防盗报警装置等。

2. 汽车的主要技术参数

为了说明汽车的主要技术性能,经常用下列参数来表示(图1-6)。

(1) 整车整备质量 汽车完全装备好的质量,是指完整的发动机、底盘、车身、全部电气设备和车辆正常行驶所需要的辅助设备(包括加足燃料、润滑油及冷却液,随车工具等)的质量之和(kg)。

(2) 最大总质量 汽车满载时的质量(kg)。

(3) 最大装载质量 最大总质量和整车整备质量之差(kg)。

(4) 最大轴载质量 汽车单轴所承载的最大总质量(kg)。

(5) 车长(L) 垂直于车辆纵向对称平面并分别抵靠在汽车前、后最外端突出部位的

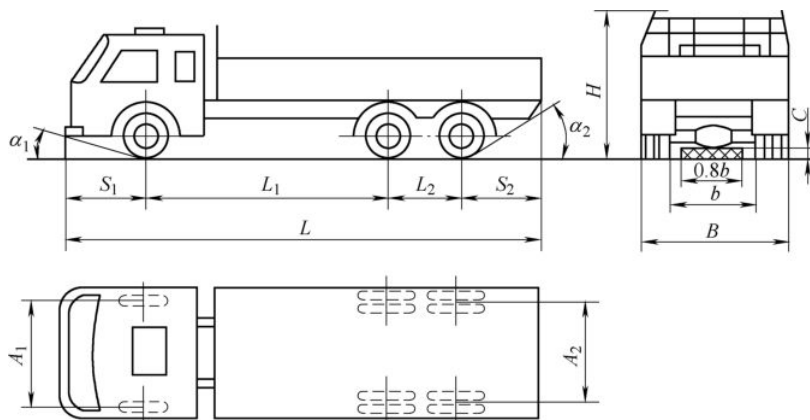


图 1-6 汽车常用主要结构和参数

两垂直面间的距离 (mm)。

(6) 车宽 (B) 平行于车辆纵向对称平面并分别抵靠车辆两侧最外固定突出部位 (除后视镜、侧面标志灯、方位灯、转向指示灯等) 的两平面之间的距离 (mm)。

(7) 车高 (H) 车辆最高点与车辆支承平面之间的距离 (mm)。

(8) 轴距 (L_1 、 L_2) 汽车前、后轴中心线的水平距离 (mm)。

(9) 轮距 (A_1 、 A_2) 在支承平面上, 同轴左、右车轮两轨迹中心间的距离 (当轴两端为双轮时, 为左、右两条双轨迹的中间的距离) (mm)。

(10) 前悬 (S_1) 在直线行驶位置时, 汽车前端刚性固定件的最前点到通过两前轮轴线的垂面间的距离 (mm)。

(11) 后悬 (S_2) 汽车后端刚性固定件的最后点到通过最后车轮轴线的垂面间的距离 (mm)。

(12) 最小离地间隙 (C) 满载时, 车辆支承平面与车辆最低点之间的距离 (mm)。

(13) 接近角 (α_1) 汽车前端突出点向前轮引的切线与地面的夹角 ($^\circ$)。

(14) 离去角 (α_2) 汽车后端突出点向后轮引的切线与地面的夹角 ($^\circ$)。

(15) 转弯直径 转向盘转到极限位置, 外侧转向轮的中心平面在车辆支承面上的轨迹圆直径 (mm)。

(16) 最高车速 汽车在平坦公路上行驶时能达到的最高速度 (km/h)。

(17) 最大爬坡度 汽车满载时的最大爬坡能力 (%)。

(18) 平均燃料消耗量 汽车在公路上行驶时平均的燃料消耗量 (L/100km)。

3. 汽车的总体布置形式

汽车按发动机的布置位置及汽车的驱动方式的不同, 通常有发动机前置后轮驱动 (FR)、发动机前置前轮驱动 (FF)、发动机后置后轮驱动 (RR)、发动机前置全轮驱动 (n WD) 和发动机中置后轮驱动 (MR) 5 种布置形式。

(1) 发动机前置后轮驱动 (FR) 传动路线较长, 发动机只能采用纵向布置, 但是后轮得到的驱动力较大, 如图 1-7 所示。大多数货车、部分轿车和部分客车采用这种布置形式。

(2) 发动机前置前轮驱动 (FF) 传动系统结构简单, 路线短, 车身底板可以降低, 有助于提高高速时的行驶稳定性。发动机可以横置也可以纵置, 若采用横置可以使主减速器的

结构简单，如图 1-8 所示。大多数轿车采用这种布置形式，但爬坡能力差，高档轿车一般不采用。

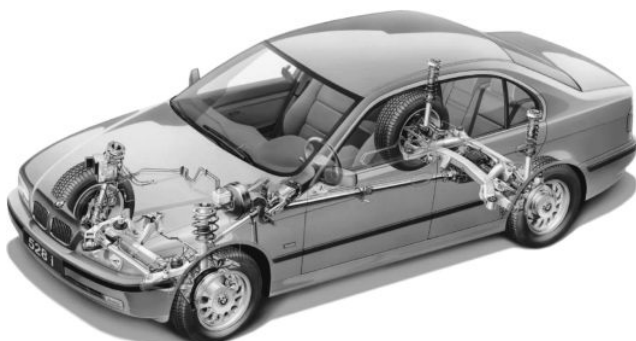


图 1-7 发动机前置后轮驱动 (FR)



图 1-8 发动机前置前轮驱动 (FF)

(3) 发动机后置后轮驱动 (RR) 传动系统结构紧凑，便于车身内部布置，减小室内发动机的噪声，如图 1-9 所示。大、中型客车和少数高档轿车采用这种布置形式。



图 1-9 发动机后置后轮驱动 (RR)

(4) 发动机前置全轮驱动 (nWD) 所有车轮都是驱动车轮, nWD 有多个驱动桥, 在变速器后加了一个分动器, 其作用是把变速器输出的动力经几套万向传动装置分别传给所有的驱动桥, 并可以进一步降速增矩, 如图 1-10 所示。高档轿车和越野车常采用这种布置形式。



图 1-10 发动机前置全轮驱动 (nWD)

(5) 发动机中置后轮驱动 (MR) 发动机中置后轮驱动将发动机布置在前、后轴之间, 用后轮驱动, 用于跑车和少数大中型客车, 如图 1-11 所示。

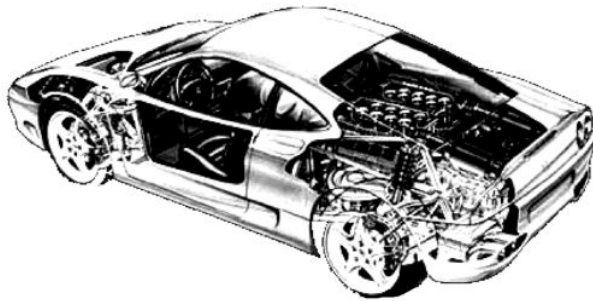


图 1-11 发动机中置后轮驱动 (MR)

4. 汽车行驶的基本原理

要想使汽车行驶, 必须对汽车施加一个驱动力以克服各种阻力。汽车行驶阻力包括滚动阻力、加速阻力、上坡阻力和空气阻力。

(1) 滚动阻力 车轮滚动时, 轮胎与地面的接触区域会产生轮胎与支承路面的变形 (当弹性轮胎在硬路面上滚动时, 轮胎的变形是主要的), 由此而引起的地面对轮胎的阻力就是滚动阻力 F_f 。滚动阻力等于滚动阻力系数与车轮负荷的乘积。滚动阻力系数由试验确定。滚动阻力系数与路面性质、汽车行驶速度以及轮胎的构造、材料、气压等有关。

(2) 上坡阻力 当汽车上坡时, 汽车重力沿坡道的分力表现为汽车上坡阻力 F_i 。

(3) 加速阻力 汽车加速行驶时, 需要克服其质量加速运动的惯性力, 也就是加速阻力 F_j 。

(4) 空气阻力 汽车直线行驶时受到的空气作用在行驶方向上的分力称为空气阻力 F_w 。

空气阻力与汽车的形状、汽车正面投影面积有关，特别是与汽车和空气的相对速度的平方成正比。当汽车高速行驶时，空气阻力的数值将显著增加。为克服上述阻力，汽车必须有足够的驱动力。汽车驱动力的产生原理如图 1-12 所示。发动机经由传动系统在驱动轮上施加一个驱动力矩 M_t ，力图使驱动轮旋转。在 M_t 的作用下，在驱动轮和路面接触处对路面施加一个圆周力 F_0 ，其方向与汽车行驶方向相反，大小为

$$F_0 = M_t / R$$

式中， F_0 为对路面施加的圆周力 (N)； M_t 为驱动力矩 (N·m)； R 为驱动轮的滚动半径 (m)。

由于车轮与路面的附着作用，在车轮向路面施加力 F_0 的同时，路面会对车轮施加一个大小相等、方向相反的反作用力 F_t ， F_t 就是汽车行驶的驱动力。

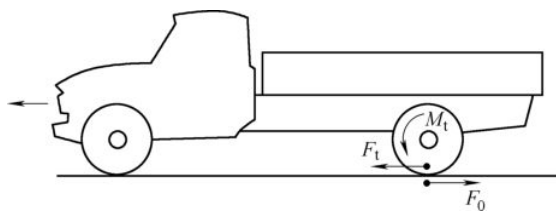


图 1-12 汽车驱动力的产生原理

当驱动力逐渐增大到足以克服汽车所受到的阻力时，汽车便开始起步行驶。汽车起步后，其行驶情况取决于驱动力和行驶阻力之间的关系。当驱动力等于行驶阻力时，汽车将匀速行驶；当驱动力大于行驶阻力时，汽车将加速行驶；当驱动力小于行驶阻力时，汽车将减速行驶。

但是汽车并不是在任何情况下都能产生足够的驱动力。驱动力的最大值固然取决于发动机的最大转矩和传动系统的传动比，但实际发出的驱动力还受到轮胎与地面之间的附着情况的限制。例如，当汽车在很滑的冰面上行驶时，踩下加速踏板可能只会使驱动轮加速滑转，而驱动力却不能增大。

项目三 发动机的总体构造及原理

一、任务引入

发动机是汽车的动力源，常常被比喻为汽车的心脏。现代汽车大多使用往复式内燃机，通过在发动机气缸内部进行燃烧，把产生的热能转变成机械能。

二、任务目标

- 1) 了解发动机的总体构造。
- 2) 掌握四冲程汽油机的工作原理。
- 3) 掌握四冲程柴油机的工作原理。

三、相关知识

目前汽车所采用的发动机绝大多数是各种形式的往复式内燃机，它将燃料燃烧的热能转变为机械能，故又称为热力机。按其结构特征不同可分为：汽油、柴油及多燃料发动机，点燃式与压燃式发动机，化油器式与喷射式发动机，单缸与多缸发动机，水冷式与风冷式发动机，四冲程与两冲程发动机，双气门与多气门发动机，顶置式气门与侧置式气门发动机，单排直列与 V 形排列式发动机。

1. 发动机的总体构造

汽车发动机的类型很多，其具体结构原理也不尽相同，但为完成发动机工作循环所需的

基本构造则大同小异。汽油机通常由两大机构和五大系统组成，柴油机则由两大机构和四大系统组成。

以某四缸四冲程汽油机（图 1-13）为例，介绍汽车发动机的一般结构。

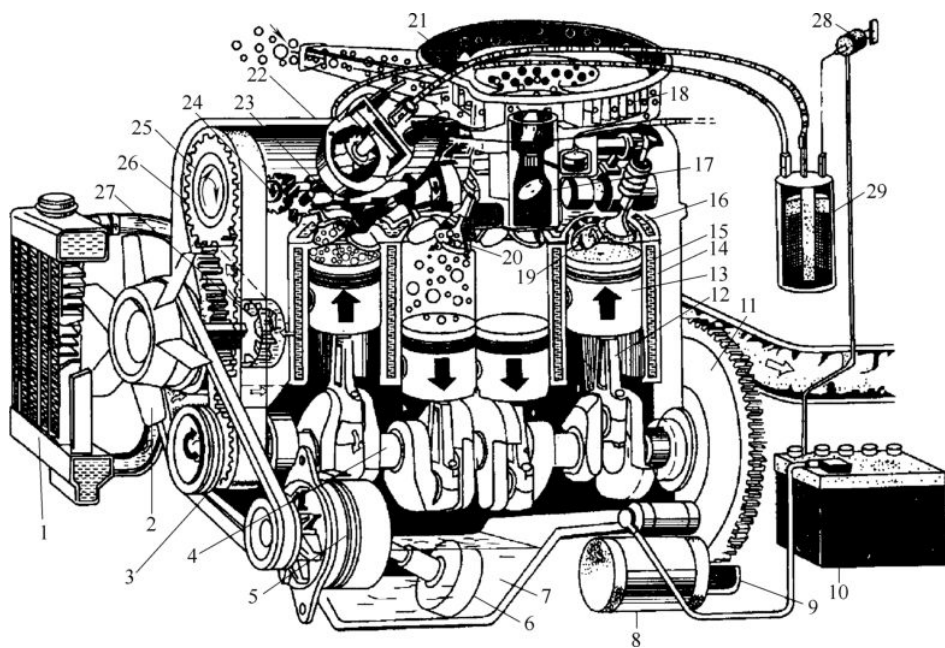


图 1-13 四缸四冲程汽油机的构造

- 1—散热器 2—冷却风扇 3—曲轴正时带轮 4—曲轴 5—发电机 6—机油滤清器 7—油底壳 8—起动机
9—起动机齿轮 10—蓄电池 11—飞轮 12—连杆 13—活塞 14—气缸体 15—水套 16—气缸盖
17—化油器 18—空气滤清器内芯 19—排气门 20—进气门 21—空气滤清器壳 22—分电器
23—火花塞 24—凸轮轴 25—凸轮轴正时带轮 26—凸轮轴正时同步带 27—液压泵
28—点火开关 29—点火线圈

(1) 曲柄连杆机构 它包括气缸体、气缸盖、活塞、连杆、曲轴和飞轮等机件，是发动机借以产生动力，并将活塞的往复直线运动转变为曲轴的旋转运动而输出动力的机构。

(2) 配气机构 它主要由进气门、排气门、凸轮轴、凸轮轴正时齿轮或时规链（带）等组成。其作用是将足量的新鲜气体充入气缸并及时地从气缸中排除废气。

(3) 燃料供给系统 化油器式汽油机的燃料供给系统主要由汽油箱、汽油泵、汽油滤清器、空气滤清器、化油器、进排气歧管、排气消声器等组成。

电子控制汽油直接喷射式汽油机的燃料供给系统包括汽油箱，汽油泵，汽油滤清器，汽油压力调节器，喷油器，空气滤清器，空气流量计，冷却液温度、进气温度、曲轴位置、节气门开度、车速、爆燃等传感器，电控单元（ECU），各种执行器，进气支管，排气歧管，排气消声器等部件。

传统柴油机燃料供给系统由柴油箱、输油泵、柴油滤清器、喷油泵、喷油器、空气滤清器、进气支管、排气歧管、排气消声器等组成。

电控柴油机的燃料供给系统包括柴油箱，高压油泵，柴油滤清器，油压调节器，喷油器，空气滤清器，空气流量计，冷却液温度、进气温度、曲轴位置、节气门开度、车速、爆

燃等传感器, 电控单元 (ECU), 各种执行器, 进气支管, 排气歧管, 排气净化装置及排气消声器等部件。

(4) 润滑系统 发动机的润滑系统包括机油泵、集滤器、限压阀、润滑油道、机油滤清器、油底壳等机件。其作用是减小摩擦, 降低机件磨损, 并部分冷却摩擦零件, 清洗摩擦表面。

(5) 冷却系统 发动机的冷却系统分为水冷式冷却系统和风冷式冷却系统两种。风冷式冷却系统主要由风扇、散热片等组成; 水冷式冷却系统包括散热器、风扇、液压泵、节温器、水套等机件。其作用是将多余的热量散发到大气中, 使发动机始终处于正常的工作温度。

(6) 点火系统 发动机的点火系统主要由电源、点火线圈、分电器和火花塞等组成。其作用是由压缩行程接近结束时所产生的高压电火花点燃混合气。

(7) 起动系统 起动系统主要由起动机及附属装置组成, 其作用是使静止的发动机起动并转入自行运转。

2. 四冲程发动机的工作原理

四冲程发动机的运转是按进气行程、压缩行程、做功行程和排气行程的顺序不断循环反复进行的, 从而实现将燃料燃烧产生的热能转变成机械能的目的。汽油机和柴油机所用的燃料分别是汽油和柴油。由于燃料和性质不同, 汽油机和柴油机在混合气的形成方式和发火方式上有着本质的不同, 其工作原理也有所不同。

(1) 四冲程汽油机的工作原理

1) 进气行程。在进气行程中, 活塞在曲轴的带动下, 从上止点向下止点运动。这时排气门关闭, 进气门打开 (图 1-14a)。进气过程开始时, 活塞位于上止点, 气缸内残存有上一循环未排净的废气, 因此, 气缸内的压力稍高于大气压力。随着活塞下移, 气缸内容积增大, 压力减小, 当压力低于大气压时, 在气缸内产生真空吸力, 将空气经空气滤清器吸入进气道, 与喷油器供给的汽油混合成可燃混合气, 并通过进气门被吸入气缸, 直至活塞向下运动到下止点。在进气过程中, 由于受空气滤清器、节气门、进气管道、进气门等阻力的影响, 进气终了时气缸内气体压力会略低于大气压, 为 $0.08 \sim 0.09 \text{ MPa}$ 。同时, 受到残余废气和高温机件加热的影响, 温度会上升到 $370 \sim 400 \text{ K}$ 。

2) 压缩行程。进气行程结束后, 曲轴继续旋转, 带动活塞从下止点向上止点运动 (图 1-14b)。这时进气门和排气门都关闭, 气缸成为封闭的容器, 随着活塞的上行, 可燃混合气受到压缩, 压力和温度不断升高。当活塞到达上止点时, 压缩行程结束。此时气体的压力和温度主要取决于压缩比的大小, 通常压力可达 $0.8 \sim 1.5 \text{ MPa}$, 温度可达 $600 \sim 750 \text{ K}$ 。

3) 做功行程。做功行程包括燃烧过程和膨胀过程。在这一行程中, 进气门和排气门仍然保持关闭。当活塞位于压缩行程接近上止点位置时, 安装在气缸盖上的火花塞产生电火花, 点燃气缸内的可燃混合气, 可燃混合气燃烧后放出大量的热使气缸内气体温度和压力急剧升高, 高温高压气体推动活塞从上止点向下止点运动, 通过连杆使曲轴旋转并输出机械功 (图 1-14c), 机械功除了用于维持发动机本身继续运转外, 其余用于对外做功。汽油机在做功行程中, 气缸内燃烧气体的最高压力可达 $3.0 \sim 6.5 \text{ MPa}$, 最高温度可达 $2200 \sim 2800 \text{ K}$ 。随着活塞向下运动, 气缸内容积增加, 气体压力和温度不断降低。当活塞运动到下止点时, 做功行程结束, 气体压力降低到 $0.3 \sim 0.5 \text{ MPa}$, 气体温度降低到 $1200 \sim 1500 \text{ K}$ 。